

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/018942

International filing date: 14 October 2005 (14.10.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-301146  
Filing date: 15 October 2004 (15.10.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 13 December 2005 (13.12.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 0 月 1 5 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 0 1 1 4 6

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

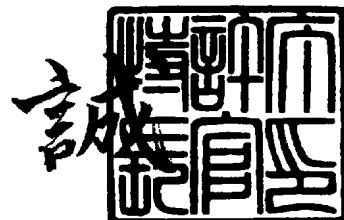
J P 2 0 0 4 - 3 0 1 1 4 6

出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 1 1 月 2 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	2047560106
【提出日】	平成16年10月15日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H01L 27/10
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
【氏名】	松下電器産業株式会社内 中川 徹
【特許出願人】	
【識別番号】	000005821
【氏名又は名称】	松下電器産業株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100097445
【弁理士】	
【氏名又は名称】	岩橋 文雄
【選任した代理人】	
【識別番号】	100103355
【弁理士】	
【氏名又は名称】	坂口 智康
【選任した代理人】	
【識別番号】	100109667
【弁理士】	
【氏名又は名称】	内藤 浩樹
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	011305
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9809938

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

基板上に金属膜を形成する工程と、

フルオロアルキルメルカプタン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)を溶解した溶液を前記金属膜表面に吐出し、前記金属膜表面に前記溶液のパターンを形成する工程と、

前記金属膜表面の前記溶液中の溶媒を揮発させる工程と、

前記金属膜をエッチング液に曝してエッチングする工程と、

を有する金属パターン製造方法。

【請求項 2】

前記金属膜は、金、銀、銅、白金、ガリウムヒ素、インジウムリンの少なくとも一つを含有する請求項 1 に記載の金属パターン製造方法。

【請求項 3】

前記エッチング工程の後、前記金属膜を100℃以上で熱処理する工程を有する請求項 1 に記載の金属パターン製造方法。

【請求項 4】

前記エッチング工程の後、前記金属膜をオゾンに曝す工程を有する請求項 1 に記載の金属パターン製造方法。

【請求項 5】

基板上に金属膜を形成する工程と、

フルオロアルキルメルカプタン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)を溶解した溶液を前記金属膜表面に吐出し、前記金属膜表面にソース電極及びドレイン電極の形状に前記溶液のパターンを形成する工程と、

前記金属膜表面の前記溶液中の溶媒を揮発させる工程と、

前記金属膜をエッチング液に曝してエッチングし、前記ソース電極及び前記ドレイン電極を形成する工程と、

前記ソース電極及び前記ドレイン電極の間に半導体材料の成分を溶解した溶液を配置する工程と、

を有する電界効果トランジスタの製造方法。

【請求項 6】

前記金属膜は、金、銀、銅、白金、ガリウムヒ素、インジウムリンの少なくとも一つを含有する請求項 5 に記載の電界効果トランジスタの製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の金属パターン製造方法により形成された金属電極または金属配線を有する電子デバイス。

【請求項 8】

請求項 5 に記載の製造方法により製造された電界効果トランジスタ。

【請求項 9】

基板と、

前記基板上に所定のパターンに形成された金属膜と、

前記金属膜表面に形成されたフルオロアルキルメルカプタン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)の単分子膜と、

を有する電子デバイス。

【請求項 10】

基板と、

前記基板上に形成されたソース電極及びドレイン電極と、

前記ソース電極及びドレイン電極の表面に形成されたフルオロアルキルメルカプタン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)の単分子膜と、

前記ソース電極及びドレイン電極の間に形成された半導体層と、

を有する電界効果トランジスタ。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 金属パターン製造方法、電界効果トランジスタの製造方法、電子デバイス、及び電界効果トランジスタ

【技術分野】

【0001】

金属電極や金属配線を形成するための金属パターン製造方法、及び電界効果トランジスタの製造方法に関する。また、金属電極や金属配線を有する電子デバイス、及び電界効果トランジスタに関する。

【背景技術】

【0002】

金属のパターンは、通常、フォトリソグラフィー法によって形成されている。以下にフォトリソグラフィー法の概略を示す。金属膜が形成された基板にレジスト液をスピンコート法により塗布した後低温で乾燥して余分な溶媒を除去する。次に、フォトマスクを基板に密着させ、紫外線を照射する。これにより、レジスト膜表面には光の照射された領域と照射されていない領域が形成される。光の照射された領域と照射されていない領域では、レジスト膜の現像液に対する耐久性に差が生じる。次に、基板をレジスト現像液に曝し、光の照射された領域のみを除去（ポジ型レジスト使用の場合）、もしくは、光の照射されていない領域のみを除去（ネガ型レジスト使用の場合）する。その後、基板を高温で焼成してレジスト膜の密度を高めて、エッチング液に対する耐久性を高める。次に、この基板をエッチング液に曝すことにより、レジスト膜の無い領域の金属を除去する。最後に、レジスト剥離液でレジスト膜を除去し、金属のパターンを形成する。フォトリソグラフィー法は半導体デバイスを形成する上で必須の技術であり、現在においてはサブミクロンのパターンを正確に形成することが容易である。

【0003】

フォトリソグラフィー法は金属のパターニング法として大変有用であるが、いくつかの課題がある。一つ目の課題は、レジスト塗布工程においてレジスト液の90%以上が無駄に捨てられてしまい、材料が浪費されることである。二つ目の課題は、現像と剥離工程において環境に悪影響を及ぼす恐れのある有機溶剤を多量用いる必要があり、環境保護の面から好ましくないことである。三つ目の課題は、多品種の製品を少量生産しようとした場合、品種ごとに高価なフォトマスクを作製する必要があり、製造コストが高くなることである。さらに、フォトリソグラフィー法は多数の工程が必要であり、もう少し工数の少ない方法が開発できれば製造コストの低減につながる。

【0004】

近年、これらのフォトリソグラフィー法の課題を解決するために、インクジェット法やマイクロスタンピング法を用いた金属のパターン形成方法が提案されている。以下にこれらの方法を説明する。

【0005】

(1) インクジェット法を用いた金属パターン形成方法

これは、インクジェット式プリンタの技術を利用したものである。インクジェット式プリンタによる描画の仕組みは（以下、インクジェット法と記す）、ノズル板上に開けられた直径数十 $\mu\text{m}$ の多数のノズル孔からそれぞれ数ピコリットルのインクを紙などの印字体に向けて吐出し、吐出したインクを印字体の所定の位置に配置することである。インクを記録媒体の所定の位置に配置するために、ノズル板と印字体をそれぞれ機械的に動かしてこれらの相対的な位置を制御しながらインクを吐出する。原理的には、ノズル孔を小さくすることや液体の吐出方法を工夫することで、サブミクロン幅の線も描画することが可能である。

【0006】

インクジェット法で金属ペーストを吐出して基板に描画すれば、金属パターンを形成することができる。この方法を用いれば、吐出材料を無駄なく使え、省資源化が計れ、さらに、レジストの現像、剥離工程がなくなるため有機溶剤を多量に使うこともなくなり環境

保護の面から望ましい。

#### 【0007】

また、インクジェット法を用いた別の方法として、レジスト液をインクジェット法で金属膜に描画した後、エッチング、レジスト剥離を行えば、金属パターンを形成することができる。本方法を用いれば、必要最小限度のレジスト材料を用いるだけで良く省資源化につながる。

#### 【0008】

なお、インクジェット法を用いたこれらの方法は、コンピュータ上で作製したデジタルデータを用いて液体を吐出して基板にパターンを直接形成するため、高価なフォトマスクは必要なくなり、また、露光と現像工程を省けるため、低コストで多品種少量生産ができる。

#### 【0009】

特許文献1、特許文献2には、樹脂組成物中に平均粒子径が1～10nmの金属超微粒子を分散させたペーストをインクジェット法で吐出して金属の配線パターンを形成する方法が開示されている。

#### 【0010】

特許文献3には、硫黄化合物が表面に吸着した金属微粒子が溶解した液体をインクジェット法で吐出することにより金属の配線を形成する方法が開示されている。

#### 【0011】

特許文献4には、平均粒子径が100nm以下の金属微粒子を水または有機溶剤中に分散させた金属微粒子インクをインクジェット法で吐出して回路パターンを形成した後、熱または光により処理して前記回路パターンに含まれる重合体もしくは界面活性剤を分解揮散させて回路を形成する方法が開示されている。

#### 【0012】

特許文献5には、噴射吐出ヘッドによって液体用樹脂を噴射し、所望のパターン画像を基板に形成するとともに、この形成されたパターン画像を熱によって硬化する工程と、この硬化されたパターン画像を有する基板をエッチング液に曝してパターン樹脂の被覆されていない領域を腐食させる非被覆領域腐食工程と、不要になった前記パターン画像を除去する工程よりなるパターン形成方法が開示されている。

#### 【0013】

特許文献6には、常温で固体の熱融解インクを溶解した状態でインクジェット法により吐出し、導電性層上に描画してパターンを形成し、前記導電性層をエッチングしてパターンを形成する方法が開示されている。

#### 【0014】

(2) マイクロコンタクトプリンティング法を用いた金属パターン形成方法

図10は、マイクロコンタクトプリンティング法による金属パターンの作製方法を示した概略図である。シリコン樹脂で作製したスタンプ101にアルカンチオール（図中ではヘキサデカンチオール、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{SH}$ を用いている）を含むエタノール溶液を含浸させ、これを金や銅などの金属膜103表面に押しつけ（図10（a））、アルカンチオールの単分子膜のパターン105を金属表面に形成し（図10（b））その後、金属をエッチングにさらして金属パターン106を形成した後（図10（c））、単分子膜をオゾンや熱などで除去する方法である（図10（d））（非特許文献1）。スタンプにより、アルカンチオールはSHを介して金属と結合し、厚み1～3nmの単分子膜105を形成する性質がある（図10（e））。この単分子膜は分子が密に充填されているので、エッチング液を通さず、金属のレジスト膜として作用する。この方法により、サブミクロン幅の金のパターンを形成できることも示されている（非特許文献2）。スタンプ法では、スピンコート法に比べてアルカンチオールの使用量が必要最小限度ですむため、省資源化につながる。また、露光工程と現像工程がないので、フォトリソグラフィ法より工数が少なくなり製造コストの低減につながる。さらに、アルカンチオール単分子膜は100℃以上の熱処理やオゾンにより簡単に除去できるので、レジスト剥離で使う有害な有機溶剤を使わなく

ても良く、環境負荷低減につながる。

【特許文献1】特開2002-299833号公報

【特許文献2】特開2002-324966号公報

【特許文献3】特開平10-204350号公報

【特許文献4】特開2002-13487号公報

【特許文献5】特許第3245410号公報

【特許文献6】特開2000-340928号公報

【非特許文献1】Applied Physics vol.63, p4, 1993年

【非特許文献2】Synthetic Metals, vol.115, 2000年、p5

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

インクジェット法によって金属ペーストを吐出し描画する特許文献1～4の方法は、フォトリソグラフィー法の課題を解決する優れた方法ではあるが、描画した金属ペーストはそのままでは導電率が低いため、焼成して導電率を上げる必要がある。フォトリソグラフィー法で用いる金属と同等の導電率を得るためには、理想的には、金属の融点近傍の温度で焼成する必要がある。しかし、このような温度では通常の基板は熱変性するので、なるべく低温で焼成する必要がある。特に、基板が樹脂でできたプリント基板の場合、焼成温度は200℃以下が好ましい。このため、インクジェット法で形成した金属パターンの導電率は、通常のフォトリソグラフィー法で作製したものに比べると低くなる。特に、回路配線においては、導電率の低下は、電子デバイスの性能低下につながるので大きな課題となる。

【0016】

インクジェット法でレジスト液を吐出する特許文献5～6の方法は、従来のフォトリソグラフィー法で用いる金属膜を使用するので、金属ペーストを用いた場合のように導電率が低下することはない。しかし、インクジェット法によってレジスト液を基板に描画しようとした場合、図11に示すように、吐出した液体111は基板112上で拡がる。ここで、液体が拡がるということは、液体と基板との接触面積が、ノズル孔から吐出された液体の断面積（液体の直径をRとすると、 $4\pi R^2$ ）よりも極端に大きくなる場合をいう。基板の濡れ性と吐出液体の性質によっては、接触面積は吐出液滴の断面積の10000倍以上となることもある。図12（a）で示すような範囲121に液体を吐出しようとした場合、液体が拡がらない場合は12（b）に示したような正確な液体のパターン122を形成することが可能となるが、液体が拡がれば12（c）で示すようなにじんだ不正確なパターン124しか形成できない。

【0017】

マクロコンタクトプリンティング法を用いた方法は、スタンプの接触した部分のみに単分子膜が形成されるのでパターンのにじみはほとんどない。しかし、パターンごとにスタンプを作る必要があり、多品種少量生産には向かない。

【0018】

本発明は、かかる従来法の課題を克服し、インクジェット法によりにじみのないレジストパターンを形成し、正確な金属パターンを形成する金属パターン製造方法を提供するものである。また、この金属パターン製造方法によって作製した金属電極または金属配線を有する電子デバイスを提供するものである。さらに、この金属パターン製造方法を利用した電界効果トランジスタの製造方法とそれによって製造された電界効果トランジスタを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記課題を解決するために、本発明の金属パターン製造方法は、基板上に金属膜を形成する工程と、フルオロアルキルメルカプタン  $(CF_3(CF_2)_n(CH_2)_mSH$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)を溶解した溶液を金属膜表面に吐出し、金属膜表面に溶液のパター

を形成する工程と、金属膜表面の溶液中の溶媒を揮発させる工程と、金属膜をエッチング液に曝してエッチングする工程とを有する。

#### 【0020】

また、本発明の電界効果トランジスタの製造方法は、基板上に金属膜を形成する工程と、フルオロアルキルメルカプタン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)を溶解した溶液を前記金属膜表面に吐出し、前記金属膜表面にソース電極及びドレイン電極の形状に前記溶液のパターンを形成する工程と、前記金属膜表面の前記溶液中の溶媒を揮発させる工程と、前記金属膜をエッチング液に曝してエッチングし、前記ソース電極及び前記ドレイン電極を形成する工程と、前記ソース電極及び前記ドレイン電極の間に半導体材料の成分を溶解した溶液を配置する工程とを有する。

#### 【0021】

また、本発明の電子デバイスは、基板と、基板上に所定のパターンに形成された金属膜と、金属膜表面に形成されたフルオロアルキルメルカプタン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)の単分子膜とを有する。

#### 【0022】

また、本発明の電界効果トランジスタは、基板と、基板上に形成されたソース電極及びドレイン電極と、ソース電極及びドレイン電極の表面に形成されたフルオロアルキルメルカプタン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)の単分子膜と、ソース電極及びドレイン電極の間に形成された半導体層とを有する。

#### 【発明の効果】

#### 【0023】

本発明の金属パターン製造方法によれば、正確な形状に金属配線や金属電極等の金属膜のパターンを形成できる。また、本発明の電界効果トランジスタの製造方法によれば、ソース電極及びドレイン電極間に半導体層を正確に配置できるため、電界効果トランジスタを設計通りに安定して製造できる。

#### 【0024】

また、本発明の電子デバイス及び電界効果トランジスタは、金属配線や金属電極等の金属パターンの表面に、フルオロアルキルメルカプタンの単分子膜が形成されているため、金属パターン表面の汚れを防止でき、半田等との電気接続性に優れる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0025】

##### (実施の形態1)

本発明の金属パターン製造方法は、基板上に金属膜を形成する工程と、フルオロアルキルメルカプタン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)を溶解した溶液を金属膜表面に吐出し、金属膜表面に溶液のパターンを形成する工程と、金属膜表面の溶液中の溶媒を揮発させる工程と、金属膜をエッチング液に曝してエッチングする工程とを有する。

#### 【0026】

図1は、本実施の形態を示す模式図である。図1(a)に示すように、インクジェットヘッド11からフルオロアルキルメルカプタンが溶解した液滴12を金属膜13上に向けて吐出し、図1(b)で示すように溶液パターン15を形成する。後に説明するように、本発明者は、フルオロアルキルメルカプタンを含む溶液は金属膜上で滲まず正確なパターンを形成することを発見した。次に、図1(c)で示すように溶媒を揮発させる。後で説明するように、本発明者は、溶媒揮発後、金属膜上には金属のエッチング液に対してレジスト膜の作用をする高密度な有機膜が形成されることを発見した。次に、図1(d)で示すように、金属膜にエッチング液を曝すと、有機膜パターンの形成されていない領域の金属膜のみが溶解し金属パターン17が形成される。

#### 【0027】

フルオロアルキルメルカプタン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)が溶解した溶液を用いることで、滲みのない溶液パターンが形成される原理を



図2 (a) ~ (d) を用いて説明する。この例では、フルオロアルキルメルカプタン20として、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_3(\text{CH}_2)_{11}\text{SH}$ を用いている。図2 (a)は、金属薄膜22に滴下された直後の溶液21の様子を示す。その後、図2 (b)に示すように、有機分子20のメルカプト基は金属と化学結合することにより単分子膜23を形成する。この単分子膜はフルオロアルキル鎖を有するので、単分子膜で覆われた金属薄膜の表面エネルギーは低下する。その結果、図2 (c)で示すように、溶液24は弾かれて収縮するので滲むことはない。図2 (d)は、溶液中の溶媒が蒸発した後の状態を示した模式図である。有機分子の数が基板で単分子膜を形成するのに必要な分子数よりも大きい場合、単分子膜上に、基板とは吸着していないフルオロアルキルメルカプタン分子25が堆積した状態となる。単分子膜のみで覆われた金属薄膜も、単分子膜上に有機分子が堆積した金属薄膜もその表面エネルギーが低下するため、溶液を弾く。単分子膜のみで覆われた金属表面には主に $\text{CF}_3$ 基が存在するので、その表面エネルギーは6dyne/cm近くまで低下する。一方、単分子膜上に有機分子が吸着した場合は、金属表面には $\text{CF}_3$ 基、 $\text{CF}_2$ 基、および $\text{CH}_2$ が混在しているため、その表面エネルギーは6~20dyne/cmの間になる。いずれの場合も、配置した溶液を弾くためには十分な表面エネルギーである。

#### 【0028】

本発明者は、化学式 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  ( $n$ は3~6の自然数、 $m$ は8~18の自然数)で示されるメルカプタンが金属上に高密度の単分子膜を形成し、これが金属のエッチング液に対してレジスト膜の作用をすることを見出した。ここでいう高密度とは、基板表面における単分子膜構成分子の面内密度が高いことをいう。一般に、炭化水素鎖( $(\text{CH}_2)_m$ )間の凝集力はフルオロアルキル鎖( $(\text{CF}_2)_n$ )間の凝集力よりも大きい(Intermolecular & Surface Forces、J. Israelachvili 著、Academic Press, London, 1991)。従って、フルオロアルキル鎖を有しない場合( $n=0$ )緻密な単分子膜ができる。そのため、マイクロスタンピング法では、アルキルメルカプタン( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_1\text{SH}$ ; 1は自然数)が使用されている。しかし、アルキルメルカプタンを使用した場合、インクジェットから吐出した溶液は金属膜上で滲んでしまい正確な溶液パターンを形成することができない。逆に、アルキル鎖が無い場合( $m=0$ )、インクジェット法で滲まない溶液パターンを形成できる。しかし、この場合、形成される単分子膜の密度は低く、エッチング液が膜を通過してしまいレジスト膜として作用しないことを本発明者は見出した。本発明者は、 $n$ が3~6、 $m$ が8~18の自然数の場合、滲まない溶液パターンが形成でき、さらに、溶媒揮発後形成される単分子膜は高密度でエッチング液に対してレジスト膜として作用することを見出した。

#### 【0029】

フルオロアルキルメルカプタンを溶かす溶媒としては、アルコール(エタノール、プロパノール、ブタノール等)やその誘導体であるエステル(メトキシエタノール、エトキシエタノール、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノメチルエーテル等)、ジクロロメタン等がある。

#### 【0030】

パターンを形成する金属としては、メルカプト基が結合する性質を持つ金属が好ましい。現在、メルカプト基が結合する金属として知られているものとしては、金、銀、銅、白金、ガリウムヒ素、インジウムリンがある。現時点において、メルカプト基と金属間で結合が生じるメカニズムが完全に理解されているわけではないため、上に上げた金属以外に、メルカプト基が結合する金属が見つけれられる可能性がある。また、金、銀、銅、白金、ガリウムヒ素、インジウムリンが含まれた合金にもメルカプト基が結合するので、これらの合金もパターン形成材料として使用可能である。

#### 【0031】

また、金属パターン形成後、金属膜上の有機膜は除去しても除去しなくても良い。有機膜は、100℃以上熱を加えることにより、金属から揮発して除去できる。加える温度は、用いた分子の沸点程度の温度で良い。また、オゾン雰囲気には曝せばこれらの分子は燃焼するので、室温でも金属上から除去可能である。

### 【0032】

#### (実施の形態2)

本発明の電界効果トランジスタの製造方法は、基板上に金属膜を形成する工程と、フルオロアルキルメルカプタン ( $(CF_3(CF_2)_n(CH_2)_mSH$ ,  $n$ は3~6の自然数、 $m$ は8~18の自然数)を溶解した溶液を前記金属膜表面に吐出し、前記金属膜表面にソース電極及びドレイン電極の形状に前記溶液のパターンを形成する工程と、前記金属膜表面の前記溶液中の溶媒を揮発させる工程と、前記金属膜をエッチング液に曝してエッチングし、前記ソース電極及び前記ドレイン電極を形成する工程と、前記ソース電極及び前記ドレイン電極の間に半導体材料の成分を溶解した溶液を配置する工程とを少なくとも有する。

### 【0033】

この製造方法の一例を図3(a)~(i)を用いて詳しく説明する。図1(a)に示すように、基板311上に金属薄膜312を形成する。基板材料はプラスチック、ガラス、セラミックスなどの絶縁性材料などを用いる。金属薄膜の材料は、金、銀、銅、白金、ガリウムヒ素、インジウムリン、もしくは、これらを少なくとも含有するものを用いる。金属薄膜は、真空スパッタリング法、電子ビーム蒸着法、無電解メッキ法を用いて形成する。次に、図1(b)に示すように金属薄膜上にフルオロアルキルメルカプタンが溶解した溶液313をインクジェット法で吐出し、ソース電極とドレイン電極の形状となるように配置する。吐出した溶液は、実施の形態1で示したのと同じ理由で滲まず、正確なパターンが形成される。次に、図1(c)で示すように、金属薄膜上の溶液パターンの溶媒を蒸発させる。溶媒の蒸発後、溶液パターンの領域にはフルオロアルキルメルカプタンの単分子膜が形成されている。場合によっては、単分子膜上に有機分子が不規則に堆積した状態の有機分子膜が残る。これらの有機分子膜314は、レジスト膜としての作用がある。すなわち、図1(d)で示すように、この金属薄膜を、この金属薄膜を溶解するエッチング液に曝すと、有機分子膜のパターンで覆われた金属薄膜領域のみが残り、他の領域は除去され、その結果、ソース電極とドレイン電極のパターン315が形成される。この電極はフルオロアルキル鎖を有する有機分子で覆われているので、撥水性を有する。次に、図3(e)で示すように、この両電極315の間に半導体材料の溶解した溶液316を配置すると、この溶液は、撥水性の表面を有する電極には拡がらないので、両電極間にのみ配置される。溶液の配置は、インクジェット法、スクリーン印刷法のいずれかによって行う。特に、両電極間隔が $100\mu m$ 以下の場合は、インクジェット法で行う方が正確なパターンを形成することができる。図4は、パターン化された金属間に半導体材料が溶解した溶液を配置した直後の様子を示した平面図である。次に、図3(f)で示すように、半導体材料が溶解している溶液中の溶媒を蒸発させると、ソース電極とドレイン電極間に半導体層317が形成される。用いる半導体材料によっては、溶媒の蒸発を室温より高い温度で加熱して行う場合もある。また、光反応性の半導体材料を用いる場合は、溶媒蒸発後光を照射する。次に、図3(g)で示すように、両電極315の間に絶縁材料が溶解した溶液を配置すると、半導体材料の溶解した溶液の場合と同様に、この溶液は電極の外に拡がることなく電極間に正確に配置される。溶液の配置は、インクジェット法、スクリーン印刷法のいずれかによって行う。特に、両電極間隔が $100\mu m$ 以下の場合は、インクジェット法で行う方が正確なパターンを形成することができる。次に、図3(h)で示すように、溶媒を蒸発させると、ゲート絶縁膜が両電極間に形成される。用いる絶縁性材料によっては、溶媒の蒸発を室温より高い温度で加熱して行う場合もある。また、光反応性の半導体材料を用いる場合は、溶媒蒸発後光を照射する。最後に、図3(i)で示すように、ゲート絶縁膜上にゲート電極を形成することにより、電界効果トランジスタが形成できる。ゲート電極は、シャドーマスクを用いた真空蒸着法により形成してもよいし、あらかじめ、ゲート絶縁膜材料を撥水性材料にしておくことで、溶液塗布法によって形成することも可能である。なお、この例で、絶縁膜はソース電極とドレイン電極の間に配置したが、基板表面全体に形成しても良い。

### 【0034】

ここで用いる半導体材料は、溶液に溶解する有機半導体を用いることができる。一例としてポリチオフエン誘導体があり、例えば、ポリ(3-アルキルチオフエン)、ポリ(9,9-

ジアルキルフルオレンーコーピチオフェン)等がある。また溶液溶解性の官能基を付与した、多環式芳香族分子を用いることもできる。例えば、Diels-Alder反応によって、多環式芳香族とサルファニルアセトアミド基( $R-CO-N=S=O$ :  $R$ は官能基)が、C-NおよびC-S結合によって(Cは芳香族の構成炭素、N、Sはサルファニルアセトアミド基中の構成元素)結合することが知られている。サルファニルアミド基が付加した多環式芳香族からなる薄膜は、半導体の特性を有しないが、膜形成後100℃以上の温度で、Diels-Alderの逆反応によりサルファニルアセトアミド基が脱離して、半導体特性を有する多環式芳香族分子が形成される。

#### 【0035】

また、この半導体材料を溶解する溶液としては、クロロホルム、トルエン、テトラヒドロフランなどを用いることができる。

#### 【0036】

本発明の製造方法で一つの基板上に多数個の電界効果トランジスタを作製して集積回路やディスプレイの駆動素子として使用する場合、半導体層は各トランジスタのソース電極とドレイン電極間のみであり、トランジスタ間には存在しないので、半導体層を通してのトランジスタ間のリーク電流が無い。このため、これらの集積回路や駆動素子は、精度良く動作する。また、本発明の製造方法では、撥水性表面を有するソース電極とドレイン電極を形成し、これを利用して正確な半導体層のパターニングを形成している。撥水領域は、電界効果トランジスタの構成要素であるソース電極およびドレイン電極表面であるので、無駄な領域とはならない。このため、本発明の製造方法を用いることにより、基板の領域を効率よく使用して高密度の電界効果トランジスタを形成することが可能である。

#### 【0037】

次に、本発明の実施の形態で用いるインクジェット式プリンタの概略図を図5、6を用いて説明する。

#### 【0038】

図5は、インクジェット式プリンタの全体の概略図である。同図のインクジェット式プリンタは、圧電素子の圧電効果を利用して記録を行うインクジェットヘッド541を備え、このインクジェットヘッドから吐出したインク滴を紙などの記録媒体542に着弾させて記録媒体に記録を行うものである。インクジェットヘッドは、主走査方向Xに配置したキャリッジ544に搭載されていて、キャリッジがキャリッジ軸543に沿って往復運動するのに応じて、主走査方向Xに往復運動する。さらに、インクジェット式プリンタは、記録媒体をインクジェットヘッドの幅方向(X方向)と垂直方向の副走査方向Yに、相対的に移動させる複数個のローラ(移動手段)545を備える。インクジェットヘッドは、インクを吐出するノズル孔を備えたノズル板と、ノズルからインク吐出させる駆動部分、およびノズルにインクを供給する部分から構成されている。

#### 【0039】

図6は、インクジェット式プリンタのインクを吐出する部分の構造の模式図である。図6(a)は、ノズル孔606とその近傍の断面図である。ノズル孔は圧力室603に通じており、圧力室上部には振動板602と圧電素子601が形成されている。圧力室にはインクが満たされており、インクはインク流路605からインク供給穴604を通して供給される。圧電薄膜に電圧を印可すると圧電薄膜と振動板がたわみ、圧力室の圧力が上がってノズル孔からインクが吐出する。インクがノズル孔から一定の方向に吐出されるように、ノズル板表面は撥水処理がほどこされている。図6(b)は、図6(a)の点線を通して紙面に垂直な面で切断した時の立体図である。ここでは、およそ2個のノズル孔近傍の構造のみを示しているが、実際は、これと同じ構造のものが多数一列に並んでいる。図6(b)では、左側の圧電素子と振動板がたわんでノズル孔からインク608が吐出されている様子を示している。なお、図6(b)から分かるように、それぞれのノズル孔に対して一個の圧力室と圧電素子が割り当てられているが、インクを供給するインク流路は多数個のノズル孔に対して共通であり、インクは、流路からそれぞれの圧力室に開けられたインク供給路を通して供給される(図では、左側の圧力室のインク供給孔は、二つの圧力室

を区切る壁に隠れて見えない)。図6(c)は、ノズル板上部から見た平面図である。この例では、間隔 $340\mu\text{m}$ 幅で左右一列に100個並んだノズル孔が上下2二列ある。そして、100個のノズルの列は上下に $170\mu\text{m}$ の間隔で配置されている。図中、それぞれのノズルを囲む線610はノズル板向こう側にある圧電素子の形、破線613はインク流路の形を示している。一つのインク流路から左右に100個並んだノズル孔へインクが供給されるので、左右100個のノズル孔からは同一色のインクが吐出されることになる。

#### 【0040】

本実施の形態のインクジェットヘッドでは、振動板602は厚み $3\mu\text{m}$ の銅、圧電素子601は厚み $3\mu\text{m}$ のチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)とした。PZTは真空スパッタリング法で形成し、膜の垂直方向に(001)配向している。また、ノズル孔の直径は $20\mu\text{m}$ とし、放電加工に法により形成している。ノズル数は合計400個であり、 $340\mu\text{m}$ の間隔で並んだ100個のノズル孔の列は、 $170\mu\text{m}$ 間隔で4列ある。

#### 【0041】

本実施の形態では、インクの代わりに所定の液体を吐出した。液体の吐出は、圧電素子間に10KHzの周波数、振幅20Vの電圧を印可することで行った。描画は、必要に応じて、ヘッドと溶液を配置する基板を相対的に動かして行った。

#### 【0042】

##### (実施の形態3)

実施の形態1の方法を用いて基板上に金属電極や金属配線を形成し、抵抗やコンデンサを実装して、電子デバイスとしての電子回路基板を作製した。本実施の形態の電子回路基板においては、配線や電極上にはフルオロアルキルメルカプタン( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3以上6以下の自然数、 $m$ は8以上18以下の自然数)の単分子膜が形成されている。この単分子膜に覆われた電極は撥水性があるので、電極表面に汚れが付着しにくく、付着した汚れも容易に除去できる。従って、半田づけやワイヤボンディングによってこの電極を他の電極と電気的接続をする工程において、汚れが原因となる不接着が生じず、再現性良く電気接続ができる。

#### 【0043】

なお、本実施の形態では、一般的な電子回路基板について説明したが、コンデンサ、半導体素子、CCD等の電極や配線を有する電子デバイスであっても同様の効果が得られる。

#### 【0044】

##### (実施の形態4)

本実施の形態は、実施の形態2の方法によって製造した電界効果トランジスタであって、ソース電極とドレイン電極表面にはフルオロアルキルメルカプタン( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3以上6以下の自然数、 $m$ は8以上18以下の自然数)の単分子膜が形成されている。本実施形態の電界効果トランジスタにおいては、ソース電極とドレイン電極の表面が撥水性であるため、表面に汚れが付着しにくいし、付着した汚れは容易に除去できる。従って、作製された電界効果トランジスタのソース電極やドレイン電極と他の電極との電気接続をのためのワイヤボンディングや半田付け工程において、汚れが原因となる不接着が生じず、再現性良く電気接続ができる。

#### 【実施例】

#### 【0045】

以下、本発明の具体的な実施例について説明する。

#### 【0046】

##### (実施例1)

##### (a) 基板の準備

大きさ $50\times 50\text{mm}^2$ 、厚み1mmのガラス基板をエタノール中で超音波洗浄を10分した後、室温で乾燥した。その後、真空スパッタリング装置で、厚さ100nmの金の薄膜を形成した。

#### 【0047】

##### (b) インクジェット吐出用液体の調整

$\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  ( $n$ は0~7の整数、 $m$ は2~18の自然数、または、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ )

2) 15SHが1vol%溶解したエタノール溶液

(c) インクジェット装置の準備

実施の形態2で説明したインクジェット装置を用い、一個のインク室に吐出溶液を充填し、液体を基板の所定の位置に配置できるように、基板とインクジェットヘッドを相対的に移動できるようにした。

【0048】

(d) 金属パターンの形成と評価

金属膜上500 $\mu$ m $\times$ 500 $\mu$ mの領域にインクジェット法により吐出溶液を吐出し、溶液のパターンを形成後、室温で30分乾燥した。次に、この基板を金のエッチング液である酸素ガスで飽和した、1MのKOHと0.1MのKCN水溶液に15秒曝した後純水で洗浄した。

【0049】

インクジェット法で描画した溶液のパターンは以下の方法で評価した。すなわち、溶液パターンを描画した基板を室温で乾燥した後、相対湿度100%の雰囲気中に設置し、基板表面を光学顕微鏡で観察した。相対湿度100%の雰囲気では基板上に水蒸気が付着する。溶液パターンが形成された領域はガラス表面に比べて撥水性であるので、この領域に付着した水蒸気は弾かれ微小な水滴になる。一方、パターンの形成されていないガラス表面に付着した水蒸気は均一な液膜となる。微小な液滴のある領域は光が散乱され白っぽく見える。従って、光学顕微鏡で白っぽく見える領域が溶液のパターンを形成した領域であるので、この形と面積を評価した。また、評価した溶液パターンの面積と溶液を吐出した領域の面積(500 $\times$ 500 $\mu$ m<sup>2</sup>)との比を導出した。

【0050】

エッチング後形成された金属パターンも光学顕微鏡で観察し、形状と面積を評価した。評価結果を(表1)に結果を示す。

【0051】

【表1】

吐出溶液に含まれる分子の化学式	溶液パターン形状	溶液パターンの面積と吐出領域の面積(500 $\times$ 500 $\mu$ m <sup>2</sup> )との比	金属パターンの形状
CF <sub>3</sub> (CF <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>m</sub> SH 0 $\leq$ n $\leq$ 2, 2 $\leq$ m $\leq$ 7	楕円形	50	内部に微小なピンホールが多数個存在する楕円形。面積は、溶液パターンの70%程度。
CF <sub>3</sub> (CF <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>m</sub> SH 3 $\leq$ n $\leq$ 7, 2 $\leq$ m $\leq$ 7	正方形	1.05	内部に微小なピンホールが多数個存在する正方形。面積は溶液パターンの70%程度。
CF <sub>3</sub> (CF <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>m</sub> SH 0 $\leq$ n $\leq$ 2, 8 $\leq$ m $\leq$ 18	楕円形	50	溶液パターンとほぼ同じ楕円形。内部にピンホール無し。
CF <sub>3</sub> (CF <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>m</sub> SH 3 $\leq$ n $\leq$ 7, 8 $\leq$ m $\leq$ 18	正方形	1.05	溶液パターンとほぼ同じ正方形。内部にピンホール無し。
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> SH	楕円形	100	溶液パターンとほぼ同じ楕円形。内部にピンホール無し。

【0052】

CF<sub>3</sub>(CF<sub>2</sub>)<sub>n</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>SH (0 $\leq$ n $\leq$ 2, 2 $\leq$ m $\leq$ 7)の溶解した溶液を用いた場合、溶液パターンは目的とする正方形のパターンとは異なる楕円形となり、面積も目的とする領域に比べて大きくなった。形成した金属パターンは至る所にピンホールが存在した。これらの結果は以下のように解釈できる。すなわち、CF<sub>3</sub>(CF<sub>2</sub>)<sub>n</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>SH (0 $\leq$ n $\leq$ 2, 2 $\leq$ m $\leq$ 7)の場合、フルオロアルキル鎖が短かく、インクジェット法で吐出した溶液を弾くのに必要な撥水性単分子膜が金属膜上に形成できなかったため、溶液パターンが滲んだ。さらに、炭化水素鎖が短く、金属膜上に緻密な単分子膜が形成できないためエッチング液が膜を通過し、レジスト膜としてうまく作用しなかった。

【0053】

CF<sub>3</sub>(CF<sub>2</sub>)<sub>n</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>SH (3 $\leq$ n $\leq$ 7, 2 $\leq$ m $\leq$ 7)の溶解した溶液を用いた場合、目的

とする正方形の溶液パターンが形成できたが、金属パターン内部には至る所にピンホールが存在した。これらの結果は以下のように解釈できる。すなわち、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  ( $3 \leq n \leq 7$ ,  $2 \leq m \leq 7$ ) の場合、フルオロアルキル鎖が充分長く、インクジェット法で吐出した溶液を弾くのに必要な撥水性のある単分子膜が金属膜上に形成された。しかし、炭化水素鎖が短く、金属膜上に緻密な単分子膜が形成できないためエッチング液が膜を通過し、レジスト膜としてうまく作用しなかった。

#### 【0054】

$\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  ( $0 \leq n \leq 2$ ,  $8 \leq m \leq 18$ ) の溶解した溶液を用いた場合、溶液パターンは目的とする正方形のパターンとは異なる楕円形となり、面積も目的とする領域に比べて大きくなった。金属パターンは溶液パターンと同じ形状になり、内部にピンホールは存在しなかった。これらの結果は以下のように解釈できる。すなわち、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  ( $0 \leq n \leq 2$ ,  $8 \leq m \leq 18$ ) の場合、フルオロアルキル鎖が短かく、インクジェット法で吐出した溶液を弾くのに必要な撥水性単分子膜が金属膜上に形成できなかったため、溶液パターンが滲んだ。一方、炭化水素鎖は充分長く、エッチング液に対してレジスト膜として作用する緻密な単分子膜が形成できた。

#### 【0055】

$\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  ( $3 \leq n \leq 7$ ,  $8 \leq m \leq 18$ ) の溶解した溶液を用いた場合、目的の溶液パターンが形成でき、金属パターンは溶液パターンと同じ形状になり、内部にピンホールは存在しなかった。これは、フルオロアルキル鎖と炭化水素鎖が充分な長さを有し、インクジェット法で吐出した溶液を弾くのに必要な単分子膜と、レジスト膜として作用する緻密な単分子膜が形成されるためだと推測できる。

#### 【0056】

$\text{CH}_3(\text{CF}_2)_{15}\text{SH}$  の場合は、溶液パターンは目的とする正方形のパターンとは異なる楕円形となり、面積も目的とする領域に比べて大きくなった。金属パターンは溶液パターンと同じ形状になり、内部にピンホールは存在しなかった。これらの結果は以下のように解釈できる。すなわち、この場合、フルオロアルキル鎖が無いので、インクジェット法で吐出した溶液を弾くのに必要な撥水性単分子膜が金属膜上に形成できなかったため、溶液パターンが滲んだ。一方、炭化水素鎖は充分長く、エッチング液に対してレジスト膜として作用する緻密な単分子膜が形成できた。

#### 【0057】

以上の結果から、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  ( $3 \leq n \leq 7$ ,  $8 \leq m \leq 18$ ) の溶解した溶液を用いることにより、正確な金属パターンが形成できることが示された。

#### 【0058】

##### (実施例2)

実施例1と同様に、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  ( $3 \leq n \leq 7$ ,  $8 \leq m \leq 18$ ) が溶解したエタノール溶液をインクジェット法により吐出し、金属パターンを形成した。その後、オゾン雰囲気中で基板に紫外線を照射した。照射後の金属パターン表面を元素分析したところ、金元素のみが観測された。この結果から、金属膜上の  $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  は完全に除去されたことが分かった。

#### 【0059】

##### (実施例3)

実施例1と同様に、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  ( $3 \leq n \leq 7$ ,  $8 \leq m \leq 18$ ) が溶解したエタノール溶液をインクジェット法により吐出し、金属パターンを形成した。その後、基板を  $300^\circ\text{C}$  で10分間熱処理した。処理後の金属パターン表面を元素分析したところ、金元素のみが観測された。この結果から、金属膜上の  $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$  は完全に除去されたことが分かった。

#### 【0060】

##### (実施例4)

実施例1と同様に、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_3(\text{CH}_2)_{11}\text{SH}$  が溶解したエタノール溶液をインクジェット法により吐出し、金属パターンを形成した。ただし、基板上に、同じ形状の金属パターン

を100個形成した。また、参照として、通常のフォトリソグラフィ法を用いて、実施例1で用いた基板上に $500\mu\text{m}\times 500\mu\text{m}$ の正方形の金のパターンを100個形成した。

#### 【0061】

次に、金属パターンが形成されたこれらの基板を通常の室内環境に1週間放置した後、基板表面に窒素ガスを吹きかけた後、それぞれ100個の金属パターン表面に金線をワイアボンディング装置を用いて接着した。各金属パターンにおいて3回接着を試みてうまく接着できない場合、そのパターンは接着不可能と判断した。本発明の方法で作製した金属パターンとフォトリソグラフィ法で作製した金属パターンで、接着可能なパターン数を調べた。

#### 【0062】

その結果、本発明の金属パターン製造方法で形成した金属パターンでは、90個のパターンが接着可能であった。それに対し、フォトリソグラフィ法を用いた金属パターンの場合、30個が接着可能であった。金属パターンと金線がうまく接着できないのは、室内放置により金属表面に付着した汚れが原因であると推測できる。本発明で形成した金属膜パターンは、表面にフルオロアルキルメルカプタンの単分子膜が形成されていて撥水性なので、表面に付着したゴミが窒素ガスを吹きかけることによって容易に除去される。その結果、本発明の金属パターン製造方法で形成された配線や電極等の金属パターンは、フォトリソグラフィ法で形成した金属パターンに比べ金線と接着できる数が多くなったものと思われる。

#### 【0063】

以上、本発明の金属パターン製造方法で形成された金属パターンはフォトリソグラフィ法で形成したものに比べ防汚性に優れ、これを他の電極と電氣的に接続するのが容易であることが示された。

#### 【0064】

(実施例5)

(a) 基板の準備

大きさ $50\times 50\text{mm}^2$ 、厚み1mmのポリカーボネート基板をエタノール中で超音波洗浄を10分した後、室温で乾燥した。その後、真空スパッタリング装置で、厚さ100nmの金の薄膜を形成した。

#### 【0065】

(b) インクジェット吐出用液体の調整。

#### 【0066】

以下に示す、溶液1～3を調整した。

#### 【0067】

$\text{CF}_3(\text{CF}_2)_3(\text{CH}_2)_{11}\text{SH}$ が1vol%溶解したエタノール溶液(溶液1)。

#### 【0068】

ポリ(3-ヘキシルチオフェン)が1vol%溶解したクロロホルム溶液(溶液2)。

#### 【0069】

ポリビニルフェノール1vol%が溶解したイソプロピルアルコール溶液(溶液3)。

#### 【0070】

(c) インクジェット装置の準備

実施の形態2で説明したインクジェット装置を用い、3個のインク室のそれぞれに溶液1～3を充填し、それぞれの液体を基板の所定の位置に配置できるよう、基板とインクジェットヘッドを相対的に移動できるようにした。

#### 【0071】

(d) 電界効果トランジスタの製造方法

(d-1) ソース電極とドレイン電極の作製

図7に示す領域72に、溶液1をインクジェット装置で塗布した後、室温で30分乾燥した。次に、この基板を金のエッチング液である酸素ガスで飽和した、1MのKOHと0.1Mの

KCN水溶液に15秒曝した後純水で洗浄した。

#### 【0072】

(d-2) 半導体層、絶縁体層、ゲート電極の作製

ソース電極とドレイン電極形成後、図8で示す領域81にインクジェット装置で溶液2を塗布した後、室温で30分乾燥した。次に、同じ領域に溶液3をインクジェット装置で塗布し、乾燥した。最後に、この領域の中心部分 $30\mu\text{m}\times 50\mu\text{m}$ の長方形の領域にシャドーマスクを用いて金薄膜を真空蒸着した。図9は、目的とする電界効果トランジスタの構造の断面模式図である。基板上には2個のトランジスタが形成されている。

#### 【0073】

作製した半導体層と絶縁体層はソース電極とドレイン電極間にほぼ滲み無く形成されていることが分かった。その結果、図9で示した設計値通りの形状を有する電界効果トランジスタが形成できていることが分かった。

#### 【0074】

(e) 作製した電界効果トランジスタと他のデバイスとの電氣的接続の容易性

図8で示すように、作製したトランジスタのソース電極とドレイン電極の領域82の電氣的接続容易性を調べた。このために、これらの領域から $1000\mu\text{m}$ 下側に $1000\mu\text{m}\times 1000\mu\text{m}$ の正方形の金のパターンをシャドーマスクを用いて真空蒸着表で形成し(図8では示さず)、このパターンと図中領域82との間をワイアボンディングでの接続用容易性を調べた。接続容易性は、形成した正方形の金パターン付きトランジスタを室内環境に24時間放置した後、それぞれの領域と正方形の金パターンとの間で30箇所(従って、領域82では合計120カ所、正方形の金パターンでも120ヶ所)ワイアボンディングを実施し、うまく接続できるかどうかを調べた。金表面に汚れがある場合、金線は金表面には接着しない。

#### 【0075】

領域82では110ヶ所で金線が接着し、残り10ヶ所では接着しなかった。これに対し、正方形の金パターンは20ヶ所のみで接着できた。これは、領域82では撥水性の単分子膜が形成されているので汚れが付きにくく、単分子膜の形成されていない正方形の金表面は汚れが付着しやすかったためだと推測される。これらの結果から、ソース電極とドレイン電極表面が撥水性の単分子膜で覆われている場合、他のデバイスとの電氣的接続性が向上することが分かった。

#### 【0076】

(実施例6)

実施例5同様に電界効果トランジスタを作製した。ただし、金属膜として、銅を用い、エッチング液として5wt%の塩化クロム( $\text{FeCl}_3$ )水溶液を用いた。この結果、実施例5と同様に設計値通りのトランジスタを形成することができた。また、実施例5と同様に、電氣的接続性も優れていることが分かった。

#### 【0077】

(実施例7)

実施例5と同様に電界効果トランジスタを作製した。ただし、ソース、ドレイン電極に用いる金属膜として、銀または白金薄膜を用いた。これらの膜は、電子ビーム蒸着法により作製した。膜厚は $300\text{nm}$ とした。また、エッチング液は、それぞれに金属ごとに異なるものを用いた。銀のエッチング液には、 $0.01\text{M}$ の $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ と $0.1\text{M}$ の $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液を用いた。白金のエッチング液には、36wt%の $\text{HCl}$ と30wt%の過酸化水素水の混合溶液(体積比で3:1)を用いた。

#### 【0078】

この結果、実施例5と同様に設計値通りのトランジスタを形成することができた。また、実施例5と同様に、電氣的接続性も優れていることが分かった。

#### 【0079】

(実施例8)

実施例5と同様に電界効果トランジスタを作製した。ただし、ソース、ドレイン電極に



用いる金属薄膜として、アルミニウムとインジウムリンの合金膜（元素比で8：2）、または、アルミニウムとガリウムヒ素の合金膜（元素比で8：1）を用いた。これらの合金膜は真空スパッタリング法により作製した。アルミニウムとインジウムリンの合金膜は、アルミニウムのターゲットとインジウムリンのターゲットをそれぞれ同時にRFプラズマでたたいてウェーハ上にこれらの合金を成膜した。合金膜の組成比は、それぞれのターゲットのスパッタ条件を変えることにより調整した。同様に、アルミニウムとガリウムヒ素の合金膜は、アルミニウムとガリウムヒ素のターゲットを用いて作製した。

#### 【0080】

これらの合金膜のエッチング液には、40wt%の塩化第2鉄と4vol%塩酸の混合水溶液を用いた。

#### 【0081】

この結果、実施例5と同様に設計値通りの電界効果トランジスタを形成することができた。また、実施例5と同様に、電気的接続性も優れていることが分かった。

#### 【0082】

以上説明したように、本発明の金属パターン製造方法や電界効果トランジスタの製造方法は、高価なフォトマスクを使用する必要がないので、プリント基板の回路を多品種少量生産する場合に有用となる。また、本発明の製造方法は、インクジェットヘッドの移動距離は原理的にいくらでも大きくできるため、液晶ディスプレイやエレクトロルミネッセンス型の大型ディスプレイの駆動素子であるゲート電極、ソース電極、ドレイン電極作製にも有用である。

#### 【0083】

また、インクジェットヘッドを3次元に移動しながら液体を吐出することも可能であるので、本発明の金属パターン製造方法を用いれば、曲面上に金属パターンを形成することが可能である。携帯電話などの小型電子機器では、機器内の空いた空間を無駄なく使う必要があり、機器内の空いた空間にピッタリと収まる部品表面に回路を形成することが必要とされている。従って、本発明の金属パターン形成方法は携帯電話などの小型機器製造に大変有用となる。

#### 【0084】

また、本発明の電界効果トランジスタの製造方法を用いれば、プラスチック上に大面積に簡単に溶液塗布法により電界効果トランジスタを作製できるので、軽くて薄い携帯機器などの回路の駆動素子として利用できる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0085】

本発明の金属パターン製造方法は、フォトマスクを使用する必要がないので、プリント基板を多品種少量生産する場合に有用となる。また、本発明の電界効果トランジスタの製造方法は、高密度に電界効果トランジスタを形成する場合に特に有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0086】

【図1】実施の形態1の金属パターン製造方法を示す工程図

【図2】実施の形態1において、フルオロメルカプタンが溶解した溶液が金属膜上に滴下された時の振る舞いを示す図

【図3】実施の形態2の電界効果トランジスタの製造方法を示す工程図

【図4】実施の形態2において、半導体材料が溶解した溶液がソース電極とドレイン電極との間に滴下された時の状態を示す平面図

【図5】実施の形態2のインクジェット装置全体を示す模式図

【図6】（a）インクジェットヘッドの一個のノズル孔近傍の断面模式図（b）図6（a）のA-Aでの断面図（c）ノズル孔上方から見たインクジェットヘッドの平面図

【図7】実施例5のソース電極とドレイン電極を形成する領域を示した平面図

【図8】実施例5において、半導体層を形成する領域を示す図

【図9】実施例5の電界効果トランジスタの断面図

【図 1 0】 マイクロスタンプ法を説明する図

【図 1 1】 インクジェット法で吐出した液体が基板上で拡がる様子を示す図

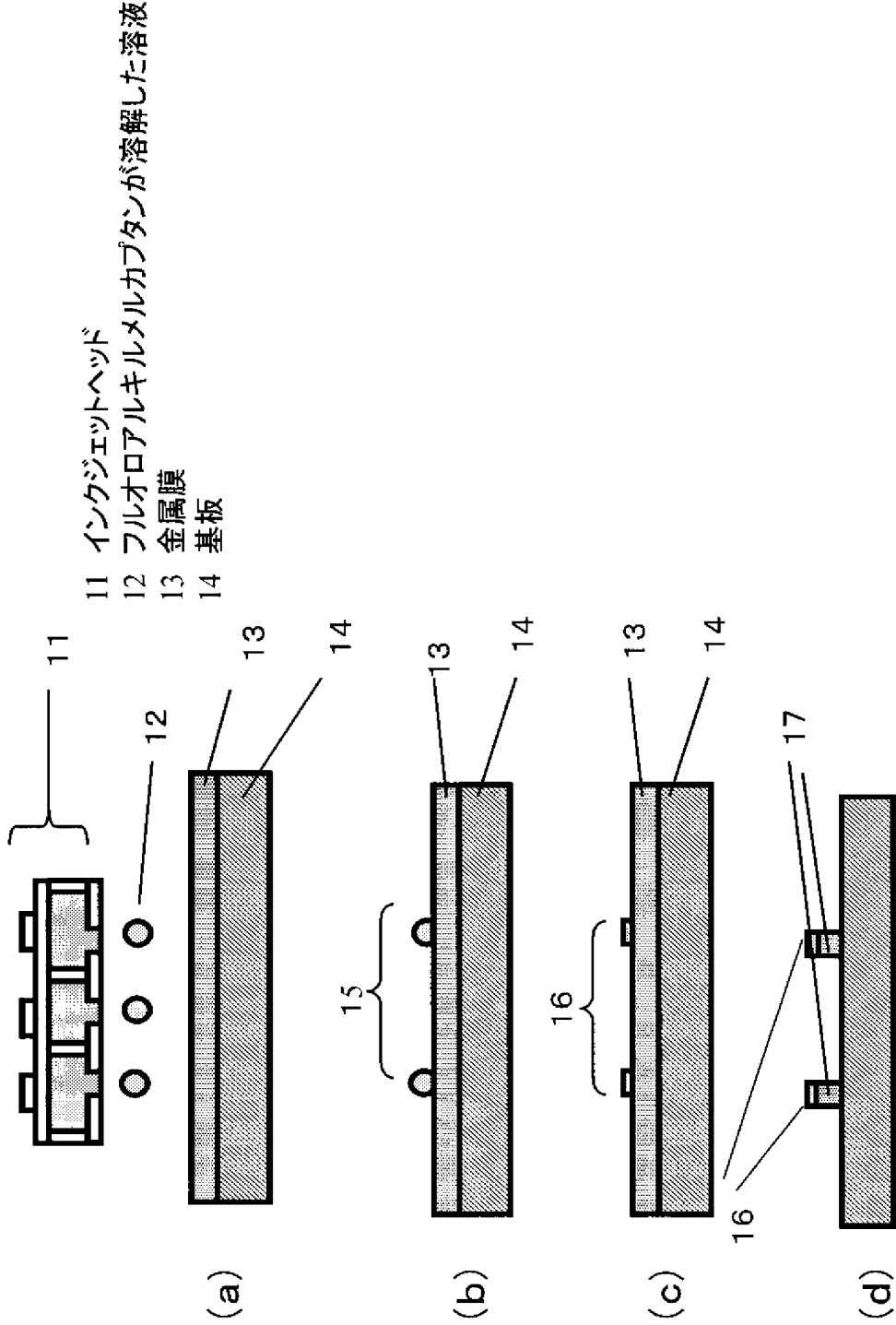
【図 1 2】 (a) インクジェット法で溶液を吐出する領域を示す図 (b) 吐出した溶液が基板上で全く拡がらない場合に形成される溶液パターンを示す図 (c) 吐出溶液が基板上で拡がったばあい形成される溶液のパターンを示す図

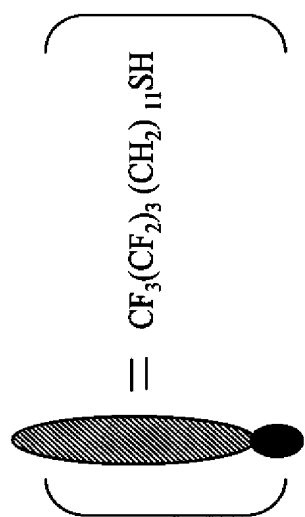
【符号の説明】

【 0 0 8 7 】

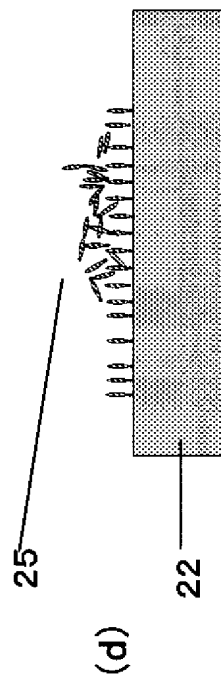
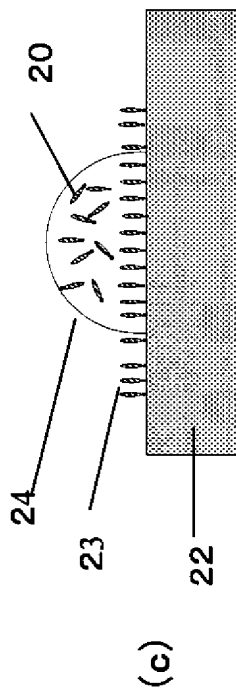
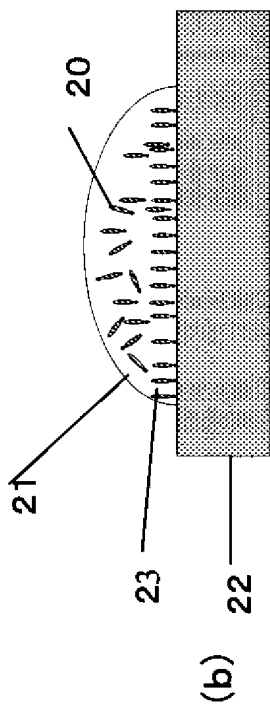
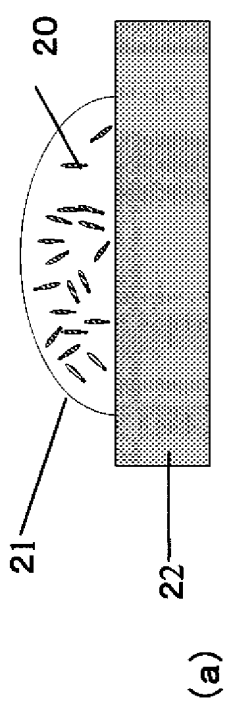
- 1 1      インクジェットヘッド
- 1 2      フルオロアルキルメルカプタンが溶解した溶液
- 1 3      金属膜
- 1 4      基板
- 1 5      溶液のパターン
- 1 6      溶液から溶媒が揮発した状態
- 1 7      エッチングされずに残った金属膜
- 1 8      金属膜上に吸着している分子
- 2 0      フルオロアルキルメルカプタン
- 2 1      滴下された溶液
- 2 2      金属膜
- 2 3      フルオロアルキルメルカプタンの単分子膜
- 2 4      金属膜の表面エネルギー低下に伴い収縮する溶液
- 2 5      単分子膜上に吸着したフルオロアルキルメルカプタン
- 3 1 1      基板
- 3 1 2      金属膜
- 3 1 3      フルオロアルキルメルカプタンが溶解した溶液
- 3 1 4      乾燥後の溶液
- 3 1 5      パターン化された金属膜
- 3 1 6      半導体材料の溶解した溶液
- 3 1 7      乾燥後の溶液
- 3 1 8      絶縁体材料の溶解した溶液
- 3 1 9      乾燥後の溶液
- 3 2 0      ゲート電極
- 5 4 0      インクジェットプリンタ全体像
- 5 4 1      インクジェットヘッド
- 5 4 2      記録媒体
- 5 4 3      キャリッジ軸
- 5 4 4      キャリッジ
- 5 4 5      ローラ
- 6 0 1      圧電素子
- 6 0 2      振動板
- 6 0 3      圧力室
- 6 0 4      インク供給孔
- 6 0 5      インク流路
- 6 0 6      ノズル孔
- 6 0 7      電圧印加によって変形した圧電素子
- 6 0 8      吐出したインク
- 6 0 9      インクの飛翔方向
- 6 1 0      紙面裏側にある圧電素子の形を示す線
- 6 1 1      紙送り方向
- 6 1 2      1 0 0 個のノズル孔が二列に並んだ状態
- 6 1 3      紙面裏側にあるインク流路を示す線

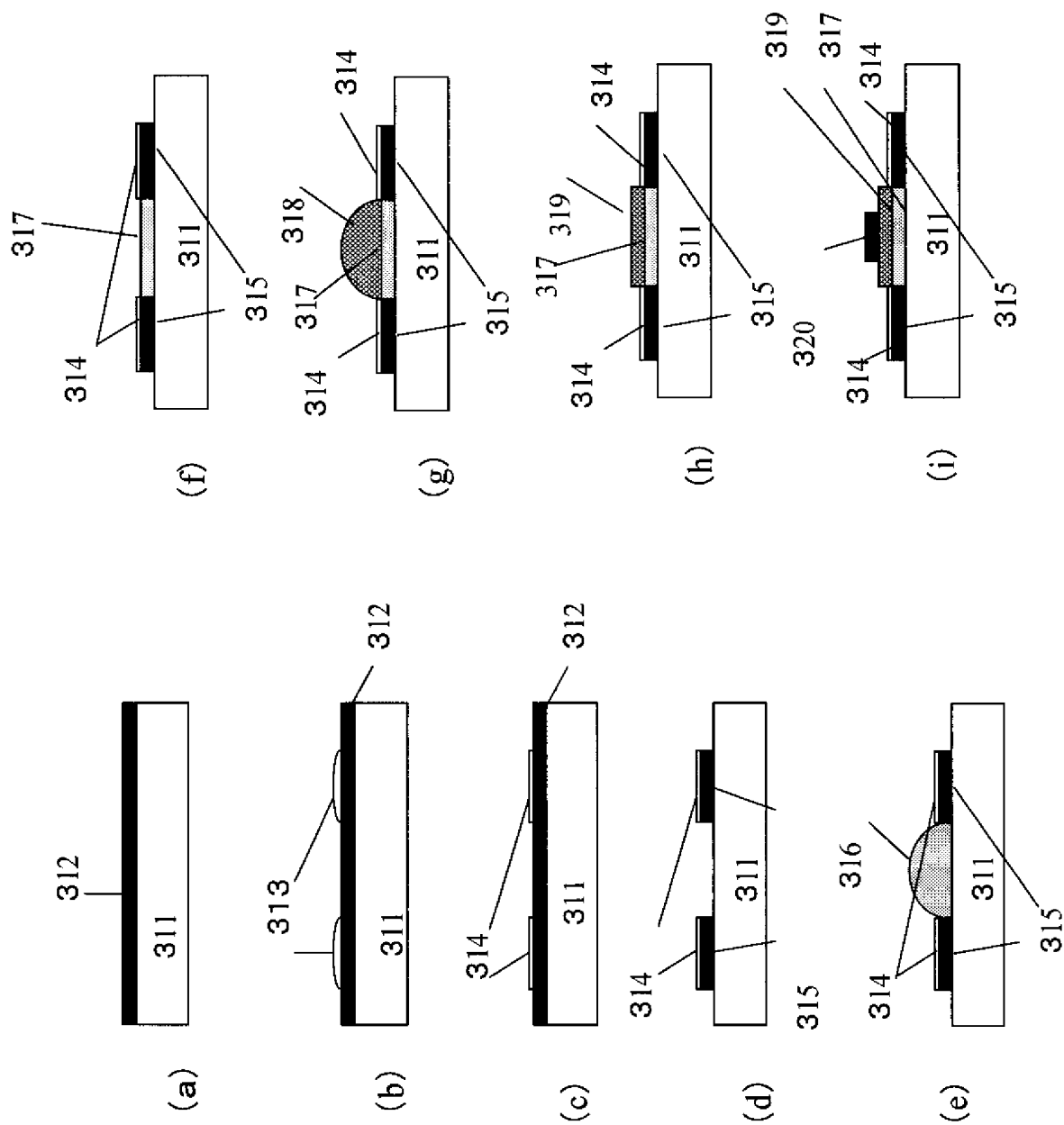
7 1	基板
7 2	溶液 1 塗布領域
8 1	半導体層を配置する領域
9 0	半導体層
9 1	ソース電極
9 2	ドレイン電極
9 3	ゲート絶縁膜
9 4	ゲート電極
9 5	半導体層
9 6	ソース電極
9 7	ドレイン電極
9 8	ゲート絶縁膜
9 9	ゲート電極
1 0 1	スタンプ
1 0 2	アルカンチオールが含浸したスタンプ領域
1 0 3	金属膜
1 0 4	基板
1 0 5	金属に吸着したアルカンチオールの単分子膜
1 0 6	パターンニングされた金属膜
1 1 1	吐出された液体
1 1 2	基板
1 1 3	基板に接触した液体
1 1 4	拡がった液体
1 2 1	溶液のパターン形成領域
1 2 2	理想的な溶液のパターン
1 2 3	パターン形成領域
1 2 4	実際に形成された溶液のパターン



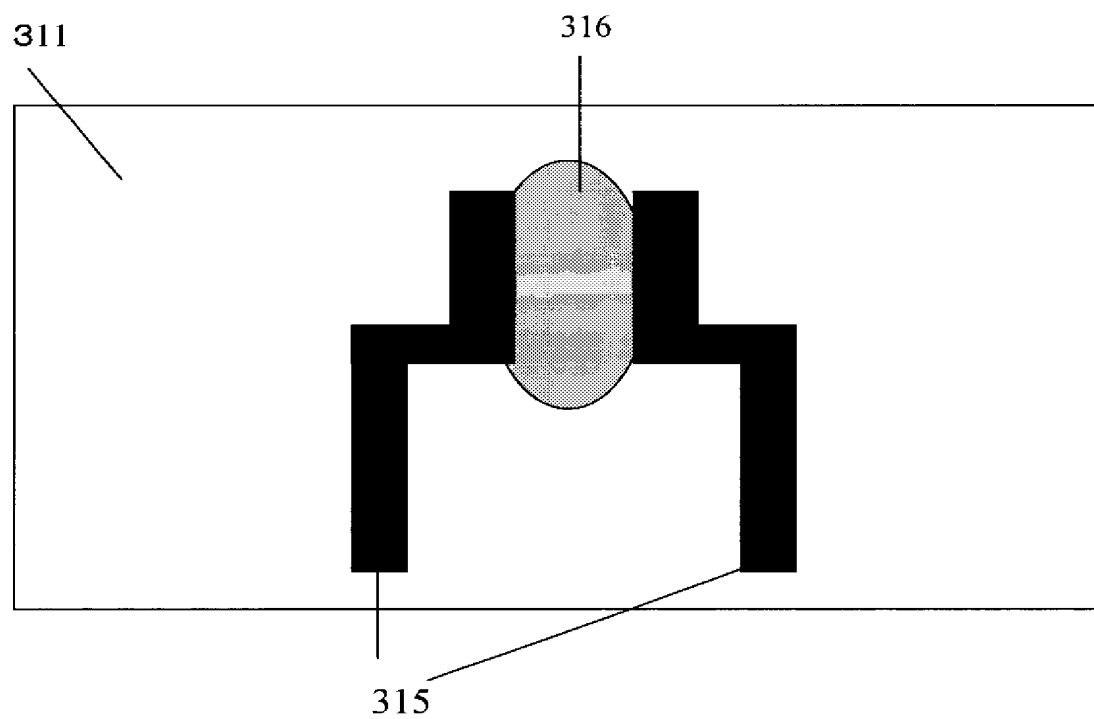


20 フルオロアルキルメルカプタン

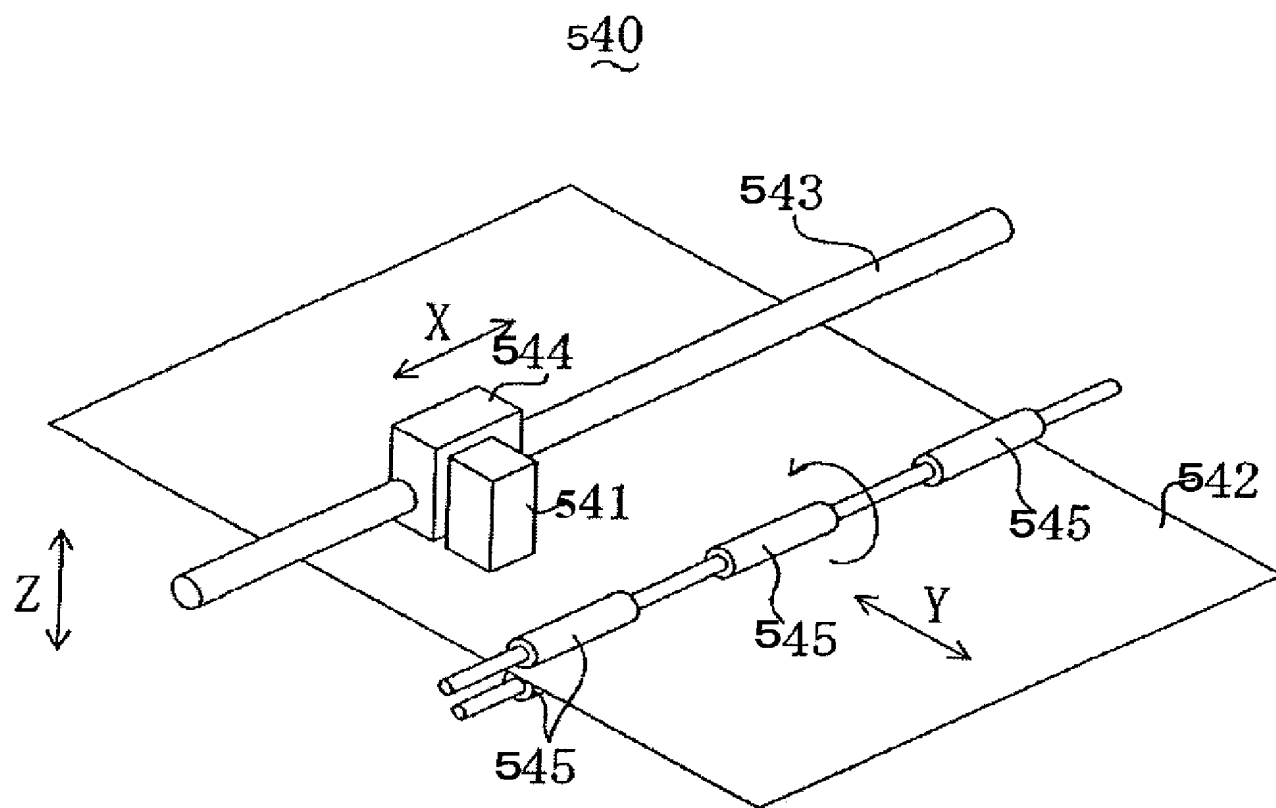


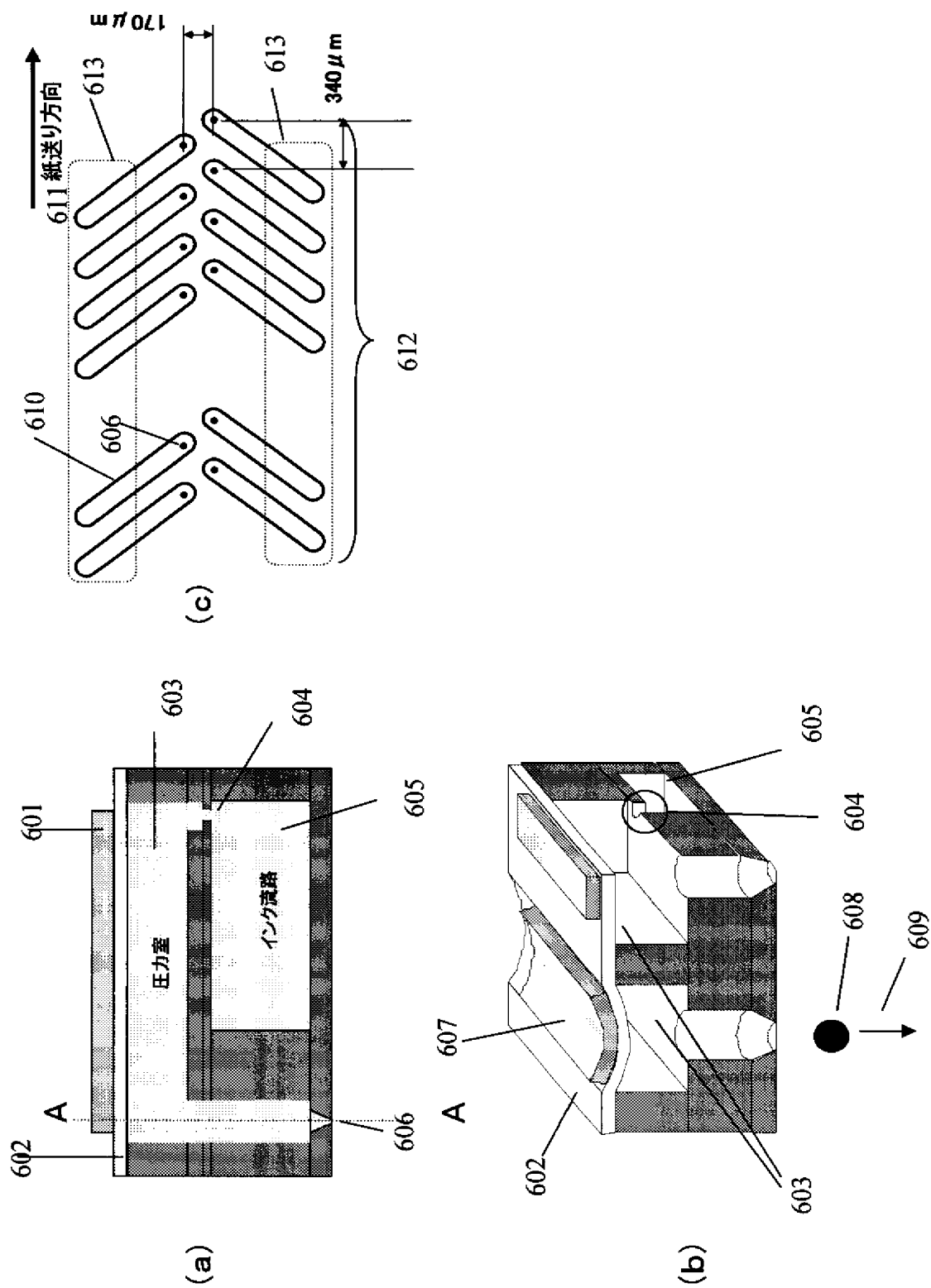


【 図 4 】



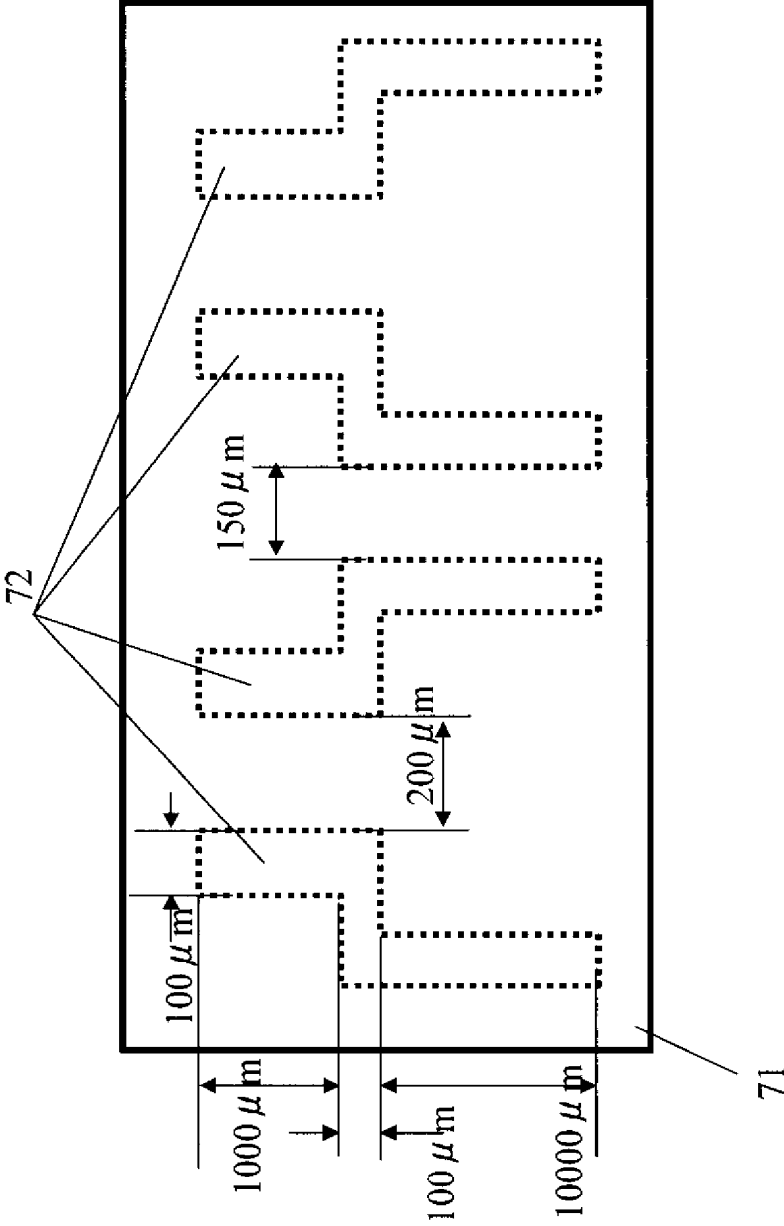
【 図 5 】



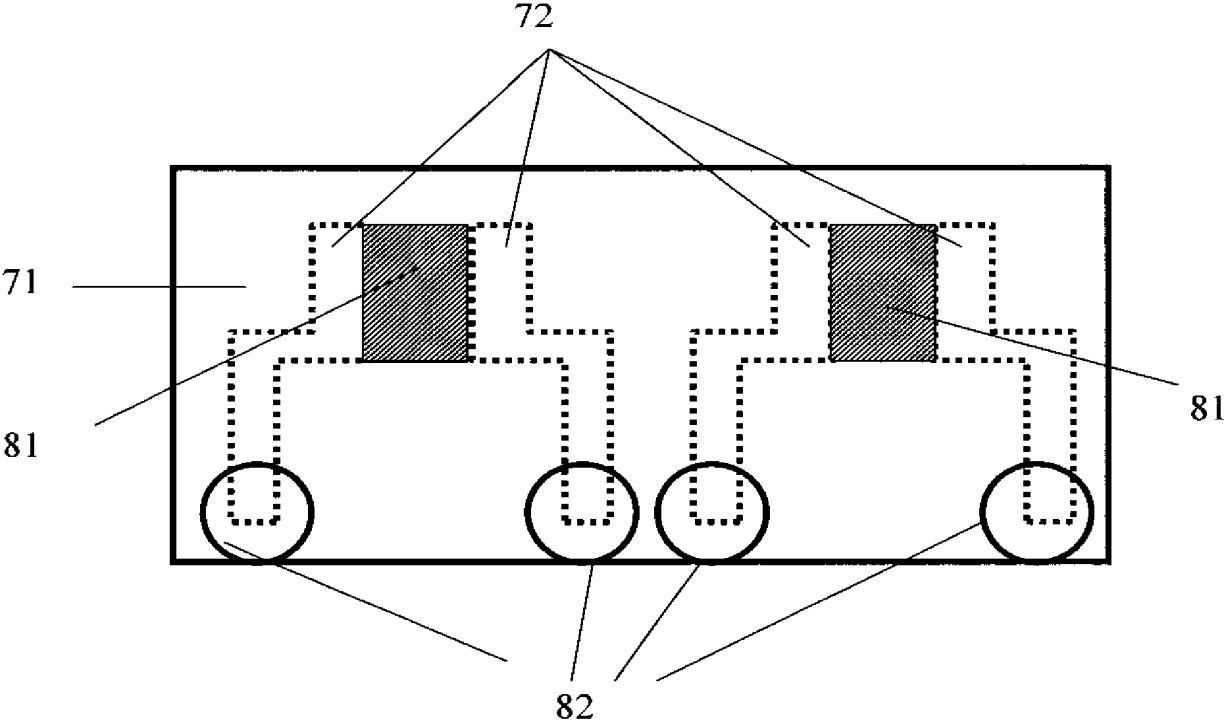


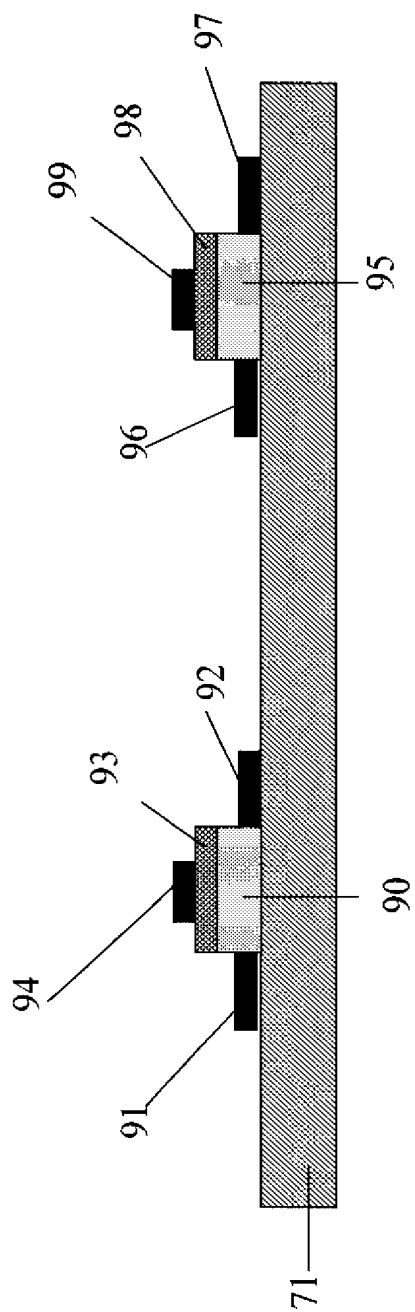


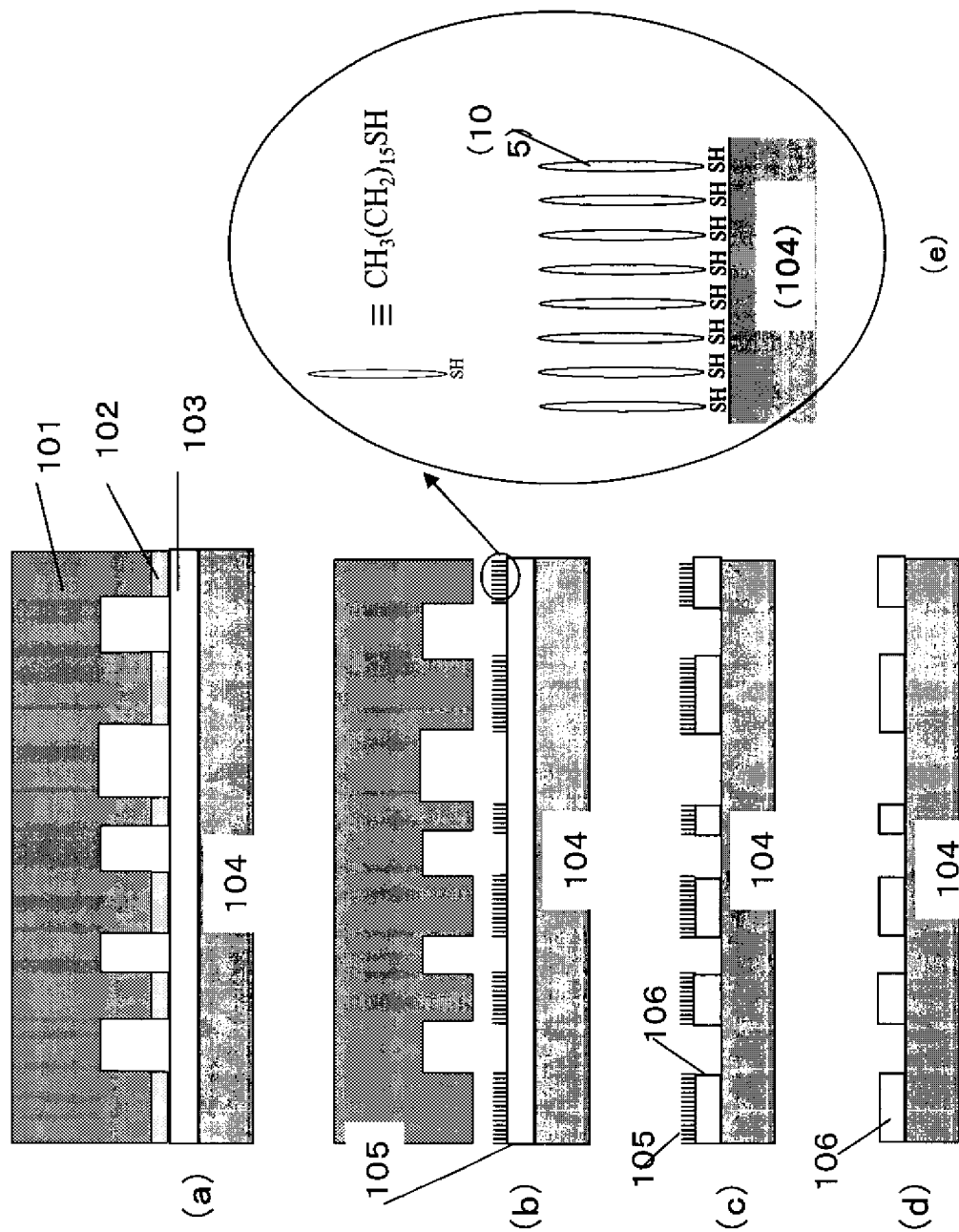
【図 7】



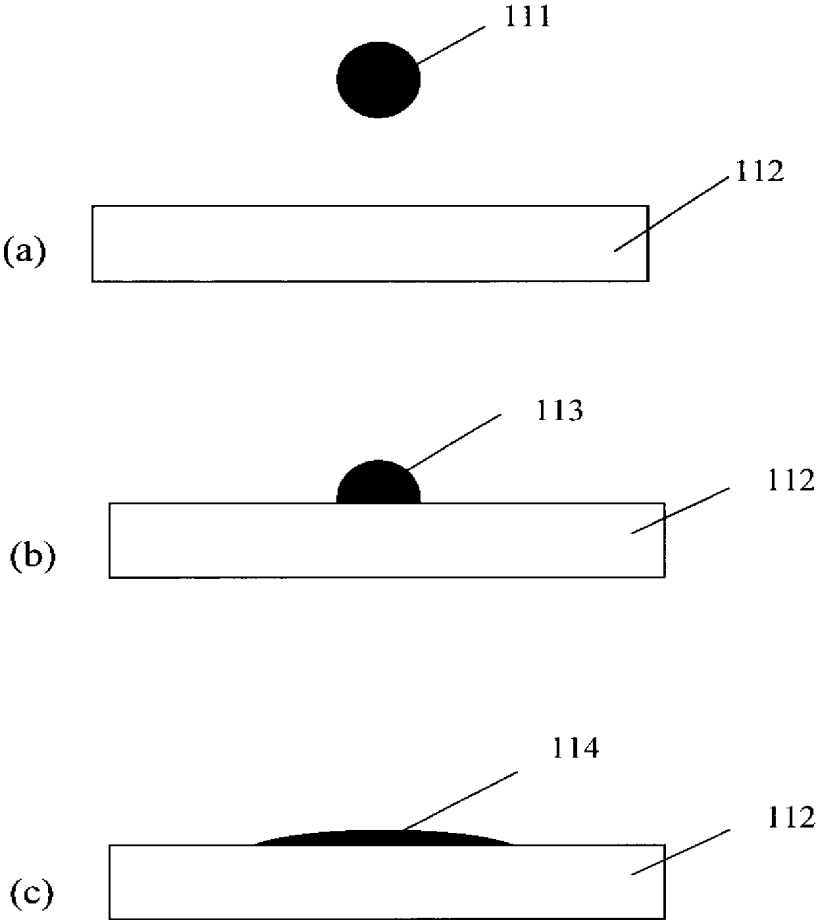
【図 8】



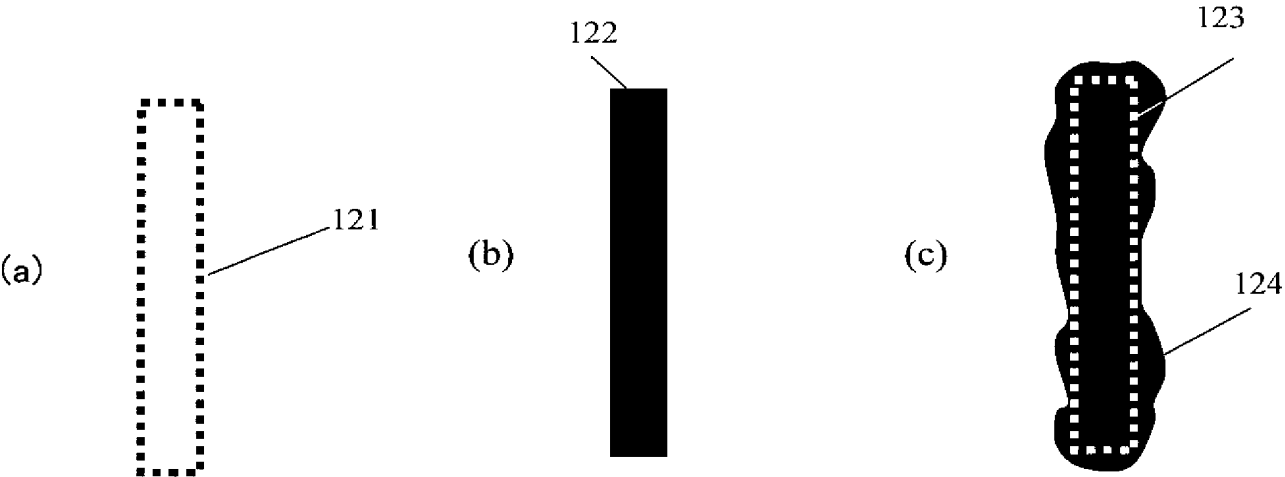




【图 1 1】



【图 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】レジストパターンをインクジェット法で金属表面に吐出描画し、エッチングして金属パターンを形成しようとしても、レジスト液が金属表面で拡がるため正確な金属パターンが形成できない。

【解決手段】基板上に金属膜を形成する工程と、フルオロアルキルメルカプタン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ 、 $n$ は3～6の自然数、 $m$ は8～18の自然数)を溶解した溶液を金属膜表面に吐出し、金属膜表面に溶液のパターンを形成する工程と、金属膜表面の溶液中の溶媒を揮発させる工程と、金属膜をエッチング液に曝してエッチングする工程とを有する金属パターン製造方法。

【選択図】 図1

## 出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社